

BOGDANA B. VUJIĆ<sup>1</sup>  
DUŠAN B. MILOVANOVIĆ<sup>2</sup>  
DEJAN M. UBAVIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pokrajinski sekretarijat za zaštitu  
životne sredine i održivi razvoj,  
Novi Sad

<sup>2</sup>Fakultet tehničkih nauka,  
Univerzitet u Novom Sadu,  
Novi Sad

STRUČNI RAD

UDK 614.715(497.113Zrenjanin):  
"2005/2007":543.05

DOI: 10.2298/HEMIND100323041V

## ANALIZA KONCENTRACIONIH NIVOA ČESTIČNIH MATERIJAMA (PM<sub>10</sub>, UKUPNIH SUSPENDOVANIH ČESTICA I ČAĐI) U ZRENJANINU

U radu su prikazani i analizirani raspoloživi podaci o izmerenim koncentracijama PM<sub>10</sub> (čestičnih materija dijametra manjeg od 10 μm), ukupnih suspendovanih čestica (TSP – total suspended particles) i čađi (BS – black smoke), u periodu 2005–2007. godine, sa ciljem poređenja dnevnih koncentracija i određivanja sezonskih varijacija koncentracija pomenutih polutanata. Podaci u radu se odnose na grad Zrenjanin koji predstavlja tipičnu aglomeraciju u regionu po geografskom položaju, broju stanovnika, stepenu razvoja industrije i procentu zastupljenosti prirodnog gasa kao energenta u sistemu daljinskog i individualnog grejanja stambenih objekata. Radi utvrđivanja sezonskih varijacija koncentracija polutanata, rezultati merenja su podeljeni u dve sezone: zimska (hladna) i letnja (topla), u skladu sa početkom i prestankom zračne grejne sezone u urbanim sredinama gradova Vojvodine. Na osnovu analize rezultata može se uočiti da su registrovane koncentracije PM<sub>10</sub>, ukupnih suspendovanih čestica i čađi bile iznad propisanih graničnih vrednosti.

Čestične materije se sastoje od smeše čvrstih i tečnih čestica organskih i neorganskih susptanci koje su suspendovane u vazduhu, te one kao kompleksne smeše vrlo negativno deluju na ljudski organizam jer se inhalacijom unose i deponuju u respiratornom sistemu. Veličina, hemijski sastav, kao i atmosferski vek trajanja zavisi od procesa kojim se čestice formiraju. Osnovne komponente čestičnih materija su sulfati, nitrati, amonijak, natrijum-hlorid, ugljenik, mineralna prašina i voda. Čestične materije se u vazduhu pojavljuju u različitim oblicima i veličinama polazeći od dijametra veličine od nekoliko stotina do nekoliko mikrona [1]. Koncentracija čestičnih materija u ambijentalnom vazduhu se danas uglavnom kvantifikuje merenjem koncentracije PM<sub>10</sub> (čestice dijametra manjeg od 10 μm) ili PM<sub>2,5</sub> (dijametra manjeg od 2.5 μm).

među ostalog definisani uslovi merenja koncentracionih nivoa, kao i granične vrednosti koncentracija polutanata usklađenih sa EU zahtevima.

S druge strane, Svetska Zdravstvena Organizacija (SZO), (*World Health Organization*, WHO) u Vodiču za granične vrednosti čestičnih materija [4] nije definisala ni jedan nivo koncentracije čestičnih materija (PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>) kao donji prag, odnosno koncentracija ispod koje nema uticaja na zdravlje čoveka, već kao preporučenu vrednost predstavlja vrednost koncentracije koju je moguće realno dostići da bi se efektni na zdravlje čoveka sveli na minimum.

U tabeli 1 dat je pregled graničnih vrednosti koncentracija PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, BS i TSP definisanih regulativom republike Srbije, EU Direktivom i preporukama WHO.

Tabela 1. Granične vrednosti po srpskoj legislativi, direktivama EU i preporukama WHO  
Table 1. Limit values (LV) according to the Serbian Regulation, EU Directive and WHO recommendation

Period	RS				EU		WHO	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	Čađ	Ukupne suspendovane čestice <sup>a</sup>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
1 h (μg m <sup>-3</sup> )	–	–	150	–	–	–	–	–
24 h (μg m <sup>-3</sup> )	50	–	50	120	–	50	25	50
1 god. (μg m <sup>-3</sup> )	40	20	50	–	20	40	10	20

<sup>a</sup>U radu je za graničnu vrednost ukupnih suspendovanih čestičnih materija uzeta vrednost od 120 μg m<sup>-3</sup> (Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka („Službeni glasnik RS“, br. 54/92, 30/99 i 19/2006), s obzirom na to da granična vrednost ovog polutanta nije definisana u novoj važećoj regulativi

Zaštita vazduha od zagađenja u Srbiji je regulisana relativno novim zakonskim i podzakonskim aktima: Zakonom o zaštiti vazduha [2] i Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha [3], gde su iz-

Iako prva merenja koncentracije čestičnih materija i studije o uticaju na zdravlje čoveka datiraju još od ranih 70-tih, u Srbiji su merenja koncentracije određenih polutanata (sumpor-dioksid, azot-dioksid, BS i taložne materija) u ambijentalnom vazduhu počela tek sredinom 90-tih. Merenje koncentracije ukupnih suspendovanih čestica vršilo se samo kao indikativno merenje, za detekciju postojanja zagađenja sa minimalnom pokrivenošću podataka od 14% na godišnjem nivou [5]. Siste-

Autor za prepisku: B.B. Vujić, Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj, Bulevar Mihajla Pupina 16, Novi Sad.  
E-pošta: bogdana.vujic@vojvodina.gov.rs; bogvujic@yahoo.com  
Rad primljen: 23. mart 2010.  
Rad prihvaćen: 28. jun 2010.

matsko merenje koncentracije  $PM_{10}$ , na teritoriji APV još uvek nije u potpunosti uspostavljeno.

S obzirom na ograničeni broj podataka o koncentracijama čestičnih materija, analize porekla i uticaja na zdravlje ljudi i životnu sredinu ovog značajnog polutanata su retka na području naše zemlje. Cilj ovog rada je da se izvrši analiza raspoloživih podataka o koncentracijama čestičnih materija ( $PM_{10}$ , čađi i ukupnih suspendovanih čestica) sa osvrtom na sezonsku varijaciju i identifikacijom mogućih dominantnih izvora zagađenja.

## EKSPERIMENTALNI DEO

### Merno mesto

Zrenjanin je najveći grad u Banatu i administrativni centar Srednjobanatskog upravnog okruga. Po površini teritorije koja mu administrativno pripada (1326 km<sup>2</sup>), najveći je grad u Autonomnoj pokrajini Vojvodini i drugi u Republici Srbiji.

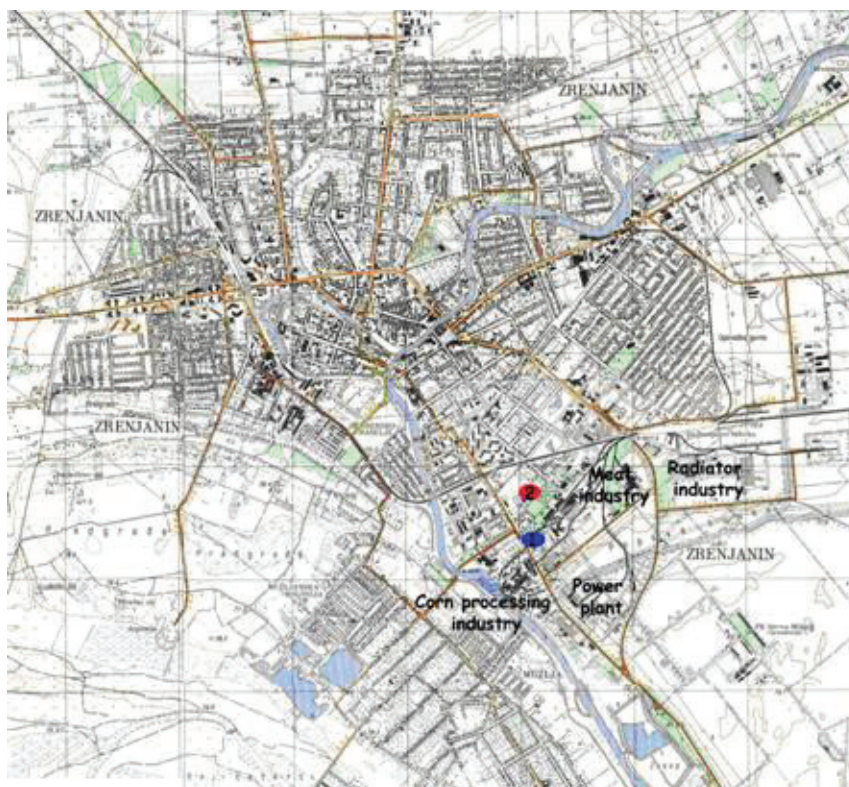
Zrenjanin se nalazi na zapadnoj ivici banatskog lesnog platoa, na mestu gde se kanalisana reka Begej uliva u nekadašnje korito reke Tise. Područje opštine je izrazito ravničarski kraj. Grad Zrenjanin leži na 20°23' istočne geografske dužine i 45°23' severne geografske širine, u središtu srpskog dela regije Banat, na obalama reka Begej i Tisa. Nadmorska visina Zrenjanina je 80 metara, a na teritoriji grada kreće se u rasponu od 77 do 97 metara.

Prema poslednjem popisu stanovništva iz 2002. god, broj stanovnika u samom gradu iznosi 79.773, dok cela opština ima ukupno 132,051 stanovnika [6].

Zrenjanin je izabran kao lokalitet za ispitivanja jer predstavlja tipičan grad za region. Treći je po broju stanovnika i nalazi se u centralnom delu Vojvodine. Predstavlja grad u razvoju sa konstantnim porastom broja stanovnika, i ponovnim razvojem industrije koja je značajno devastirana tokom kriznih 90-tih dvadesetog veka. Takođe, Zrenjanin predstavlja grad koji ima tipičnu strukturu grejanja u regionu. Naime, na području grada oko 26.500 (92.3%) domaćinstava, delom u individualnim ložištima (19.000 domaćinstava), delom preko sistema daljinskog grejanja (7.500 domaćinstava), kao glavni energent koristi prirodni gas.

U radu su korišćeni raspoloživi podaci dobijeni merenjima koncentracije  $PM_{10}$ , BS I TSP na dva merna mesta koja se međusobno nalaze na razdaljini od oko 200 m (slika 1). Lokacija na kojoj je merena koncentracija  $PM_{10}$  (merno mesto 1, slika 1) nalazi se u blizini prometne ulice. Sa severne strane mernog mesta nalaze se zgrade niske spratnosti do 3 sprata, sa jugoistočne strane na oko 1 km razdaljine nalazi se fabrika za proizvodnju radijatora, fabrika za preradu mesa i termoelektana – toplana. Sa južne strane na oko 500 m nalazi se fabrika prerađevina od kukuruza (slika 1).

Merno mesto na kojem je merena koncentracija čađi i ukupnih suspendovanih čestica (merno mesto 2,



Slika 1. Lokacija mernog mesta: 1 ( $PM_{10}$ ), 2 (BS i TSP) u odnosu na lokaciju industrijske zone u Zrenjaninu.

Figure 1. Location of the monitoring sites: 1 ( $PM_{10}$ ), 2 (BS and TSP) in relation to the location of the industrial zone in Zrenjanin.

slika 1) nalazi se u okruženju prizemnih stambenih objekata sa severne strane i parka sa istočne strane, dok je sa južne i zapadne strane okružena stambenim objektima niske spratnosti, do 3 sprata (slika 1).

Merenja koja su sprovedena na oba merna mesta su imala za cilj praćenje uticaja industrijske zone i individualnih ložšta na kvalitet vazduha. Merna mesta su postavljena u različito vreme, a period uporednog merenja je bio period do prelaza na potpuno automatsko merenje. S obzirom na to da je jedino na ova dva merna mesta, koja se nalaze na relativno maloj razdaljini, vršeno uporedno merenje čestičnih materija (PM<sub>10</sub>, čađi i suspendovanih čestica) na području Vojvodine, otvorena je mogućnost njihove uporedne analize koncentracionih nivoa i sezonskih varijacija.

### Materijal i metode

U radu su korišćeni rezultati dobijeni u vremenskom od periodu 2005–2007. godine. Merenja su izvršile akreditovane institucije i laboratorije [7,8] metodama uzorkovanja i analize u laboratorijskim uslovima, kao i metodama određivanja koncentracije polutanata upotrebnom automatskih analizatora [7–9]:

– Uzorkovanje čađi vršeno je propuštanjem vazduha preko belog filter-papira (Whatman br. 1) u toku 24 časa brzinom 0,5 l/min, dok se analiza vrši reflektometrijskom metodom.

– Uzorkovanje suspendovanih čestica vršeno je uređajem AT 2000 koji je namenjen za uzimanje uzo-

raka lebdećih čestica u vazduhu pod uticajem gradijenta pritiska koji stvara turbinska vakuum pumpa (50 m<sup>3</sup>/h sa maksimalnim podpristiskom od 200 mbar) i preko filter papira (Glas mikrofibre GF/A Vatman, Ø110 mm) koji se nalazi na mrežici, kao nosaču. Metod za analizu je definisan u Pravilniku kao gravimetrijska metoda.

– Uzorkovanje i analiza čestičnih materija izvršena je uređajem MP101M-TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance), koji uzorkuje vazduh vacuumskom pumpom preko mlaznice kroz filtersku traku (glass fiber), pri protoku vazduha od 1 m<sup>3</sup>/h, nanoseći PM<sub>10</sub> čestice na traku.

– Određivanje koncentracije PM<sub>10</sub> čestica se vrši na principu cikličnih merenja na bazi smanjenja intenziteta β-zračenja (izvor zračenja je C<sub>14</sub>, sa vremenom poluraspada 5000 godina).

### REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati merenja podeljena su u dve sezone: zimska (hladna), od 15. oktobra do 14. aprila, i letnja (topla), od 15. aprila do 14. oktobra, u skladu sa početkom i prestankom zvanične grejne sezone u urbanim sredinama manjih gradova Vojvodine.

Merenje koncentracije PM<sub>10</sub>, ukupnih suspendovanih čestica i čađi vršeno je u periodu 2005–2007. godine (tri tople i tri hladne sezone), sa ukupnim brojem merenja,  $n = 674$  za PM<sub>10</sub>;  $n = 732$  za čađ;  $n = 77$  za ukupne suspendovane čestice (tabela 2).

Tabela 2. Statistički pregled podataka čestičnih materija (PM<sub>10</sub>, BS, TSP) za period merenja 2005–2007. godina  
Table 2. Statistical overview of the data on particulate matters (PM<sub>10</sub>, BS, TSP) in the period of 2005–2007

Podatak	Period	PM <sub>10</sub>	BS	TSP
Broj merenja	2005	235	295	77
	2006	222	330	–
	2007	217	107	–
	Ukupno	674	732	77 <sup>a</sup>
Srednja koncentracija, µg m <sup>-3</sup>	2005	36,4	6,7	119,2
	2006	40,5	7,15	–
	2007	23,8	16	–
	Ceo period	33,7	8,1	119,2
Minimalna koncentracija, µg m <sup>-3</sup>	2005	7,7	0	17,0
	2006	6,2	0	–
	2007	0	0	–
Maximalna koncentracija, µg m <sup>-3</sup>	2005	206,8	134,0	241,0
	2006	101,8	134,0	–
	2007	67,5	132,0	–
Broj merenja koja prekoračuju graničnu vrednost (GV)	2005	41	3	37
	2006	59	3	–
	2007	6	6	–
	Ukupno	106	11	37
Procenat merenja koja prekoračuju graničnu vrednost (GV)		15,68	1,50	48,05

<sup>a</sup>Sva merenja koncentracije ukupnih suspendovanih čestica su vršena tokom 2005. godine

U slučaju sva tri parametra zabeležene su ekstremno visoke maksimalne koncentracije i to: 206,8  $\mu\text{g m}^{-3}$  u 2005. za  $\text{PM}_{10}$ , što je 4 puta veće od dozvoljenih 50  $\mu\text{g m}^{-3}$ , zatim 134  $\mu\text{g m}^{-3}$ ; za čađ u 2005 i 2006. godini, što je 2,5 puta više od dozvoljenih 50  $\mu\text{g m}^{-3}$ ; i 241  $\mu\text{g m}^{-3}$  za ukupne suspendovane čestice u 2005. godini, odnosno 2 puta više od dozvoljenih 120  $\mu\text{g m}^{-3}$ . Srednje vrednosti koncentracija za ceo period merenja iznosile su: 33,7  $\mu\text{g m}^{-3}$  za  $\text{PM}_{10}$ , 8,1  $\mu\text{g m}^{-3}$  za čađ i 119,2  $\mu\text{g m}^{-3}$  za ukupne suspendovane čestice. (tabela 2).

Na osnovu Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha [3] dvadesetčetvoročasovna granična vrednost od 50  $\mu\text{g m}^{-3}$  za  $\text{PM}_{10}$  ne sme biti prekoračena više od 35 puta godišnje. Analizom rezultata je utvrđeno je da je tokom 2005. godine, dnevna granična vrednost za  $\text{PM}_{10}$  prekoračena 41 dana što je za 6 dana (1,2 puta) više od maksimalno dozvoljenih 35 dana. Takođe je utvrđeno da je od svih zabeleženih prekoračenja granične vrednosti u 2005. godini, čak 73%, zabeleženo tokom zimskog perioda. Minimalna izmerena koncentracija iznosila je 7,7  $\mu\text{g m}^{-3}$ , maksimalna 206,8  $\mu\text{g m}^{-3}$ , a srednja godišnja vrednost tokom 2005. godine iznosila je 36,4  $\mu\text{g m}^{-3}$  (tabela 2).

U 2006. godini, prekoračenje GV za  $\text{PM}_{10}$  zabeleženo je 59 dana, što je 23 dana (1,7 puta) više od dozvoljenog. Od svih prekoračenja tokom 2006. godine, 94% je zabeleženo u zimskom periodu. Minimalna izmerena koncentracija iznosila je 6,2  $\mu\text{g m}^{-3}$ , maksimalna 101,8  $\mu\text{g m}^{-3}$ , a srednja godišnja koncentracija  $\text{PM}_{10}$  tokom 2006. godine, je neznatno viša od iste u 2005. godini a iznosila je 40,5  $\mu\text{g m}^{-3}$  (tabela 2).

Uzimajući u obzir meteorološke prilike tokom 2005. i 2006. godine, može se pretpostaviti da je razlog značajno većeg broja prekoračenja godišnje granične vrednosti za  $\text{PM}_{10}$  tokom 2006. godine, neznatno veća prosečna brzina vetra tokom zimsko perioda 2005. godine u odnosu na 2006. godinu, te da je na posmatranom području bila bolja ventilacija i kraće vreme zadržavanja  $\text{PM}_{10}$ . Nažalost, podaci o smeru vetra, koji bi u značajnoj meri ukazao na pravac kretanja čestica u velikoj meri nedostaju zbog tehničkih ograničenja.

Tokom 2005. i 2006. godine, zabeleženo je prekoračenje granične vrednosti od 50  $\mu\text{g m}^{-3}$  za čađ, po tri puta za svaku godinu, sa učešćem prekoračenja u zimskom periodu od 100%. Srednja godišnja koncentracija

čađi za 2005. godinu, iznosila je 6,8  $\mu\text{g m}^{-3}$ , dok je tokom 2006. godine, zabeležena srednja vrednost koncentracije od 7,2  $\mu\text{g m}^{-3}$ . U 2007. godini, beleži se porast prekoračenja na 5 dana sa učešćem prekoračenja u zimskom periodu od 100%. Srednja godišnja koncentracija čađi za 2007. godinu iznosi 16  $\mu\text{g m}^{-3}$  (tabela 2).

Sva merenja koncentracija ukupnih suspendovanih čestica prikazanih u radu izvršena su tokom 2005. godine. Tokom perioda merenja ukupnih suspendovanih čestica zabeleženo je 35 dana prekoračenja GV od 120  $\mu\text{g m}^{-3}$  od čega je 54% zabeleženo u zimskom periodu. Srednja vrednost koncentracija iznosila je 119,2  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Kao što je i očekivano sezonske varijacije su značajne [10–12]. Prisustvo dodatnog izvora emisije (individualna ložišta) tokom hladnijeg perioda merenja je jasno uočljivo na prosečnim i maksimalnim zabeleženim koncentracijama svih posmatranih polutanata:  $\text{PM}_{10}$ , TSP i BS (tabela 3). Na osnovu rezultata može se zaključiti da sve maksimalne vrednosti koncentracija polutanata zabeležene upravo u zimskom periodu.

Na slici 2 prikazani su odnosi dnevnih koncentracija za BS/ $\text{PM}_{10}$ , BS/TSP i  $\text{PM}_{10}$ /TSP, prikazanih po periodima, sezonama merenja.

Na slici 2 se vidi da je odnos dnevnih koncentracija BS/ $\text{PM}_{10}$ , BS/TSP i  $\text{PM}_{10}$ /TSP mnogo niži u letnjem periodu nego zimskom, što je u skladu sa tendencijom ponašanja odnosa čestičnih materija različitog prečnika u drugim studijama [13].

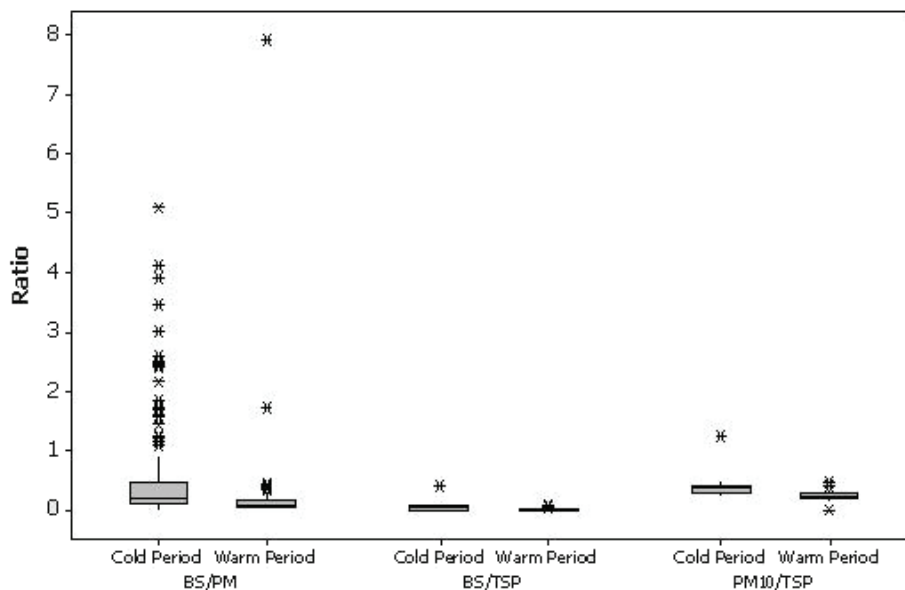
Značajan doprinos povišenim koncentracijama čestičnih materija na području grada, pored grejanja u zimskom periodu, može da ima i resuspenzija čestičnih materija. Ovome svakako doprinosi činjenica da na području opštine ima preko 87% obradivog poljoprivrednog zemljišta koji mahom čini černozem [14], zatim da područje Zrenjanina ima pošumljenost manju od 3% od ukupne površine, kao i činjenica da u okolini Zrenjanina nema značajnih topografskih prepreka (uzvišenja) koje bi, pored šuma, imale značajnu ulogu u smanjenu širenja resuspendovanih materija sa obradivih površina.

## ZAKLJUČAK

Monitoring kvaliteta vazduha na teritoriji AP Vojvodine počeo je da se razvija sredinom 90-tih. Podaci korišćeni u radu se odnose na Zrenjanin, grad koji pred-

Tabela 3. Sezonske varijacije  $\text{PM}_{10}$ , TSP i BS ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )  
Table 3. Seasonal variations of  $\text{PM}_{10}$ , TSP and BS ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )

Parametar	Letnja sezona			Zimska sezona		
	$\text{PM}_{10}$	BS	TSP	$\text{PM}_{10}$	BS	TSP
Broj merenja	411	329	49	263	403	28
Srednja koncentracija, $\mu\text{g m}^{-3}$	27,95	2,95	120	42,68	12,35	117,75
Minimalna koncentracija, $\mu\text{g m}^{-3}$	2,75	0	43,0	6,2	0	17,0
Maximalna koncentracija, $\mu\text{g m}^{-3}$	81,60	24,00	236	206,8	134,0	241,0
Broj merenja koja prekoračuju GV	31	0	25	75	11	12



Slika 2. Grafički prikaz distribucije  $BS/PM_{10}$ ,  $BS/TSP$  i  $PM_{10}/TSP$  u letnjem i zimskom period.  
 Figure 2. Distribution of  $BS/PM_{10}$ ,  $BS/TSP$ ,  $PM_{10}/TSP$  ratio in summer and winter period.

stavlja tipičanu aglomeraciju u regionu po geografskom položaju, broju stanovnika, stepenu razvoja industrije i procentu zastupljenosti prirodnog gasa kao energenta u sistemu daljinskog i individualnog grejanja stambenih objekata.

Na osnovu analize rezultata može se uočiti da su registrovane koncentracije  $PM_{10}$ , ukupnih suspendovanih čestica i čađi bile iznad propisanih graničnih vrednosti. S obzirom na to da su maksimalne vrednosti tokom godine zabeležene u zimskom periodu sezonske varijacije koncentracije  $PM_{10}$ , suspendovanih čestica i čađi su značajne i u skladu sa tendencijama u drugim zemljama.

#### Zahvalnost

Podaci o koncentracijama polutanata koji su korišćeni u ovom radu realizovani su uz finansijsku podršku Grada Zrenjanina i Pokrajinskog sekretarijata za zaštitu životne sredine i održivi razvoj APV.

#### LITERATURA

- [1] Vermont Department of Environmental Conservation, Air pollution Control Division, Fine Particles: The Microscopic Menace, Air Matters. 2(2) (1997) 1–8.
- [2] Law on Ambient air protection, Official Gazette RS, No. 36/09 (in Serbian).
- [3] Bylaw on monitoring conditions and air quality requirements, Official Gazette RS, No. 11/10 (in Serbian).
- [4] WHO, Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global up-

date 2005, Summary of risk assessment, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html> (22.08.2009).

- [5] Directive on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe, Directive 2008/50/EC, 2008.
- [6] Statistical Office of the Republic of Serbia, Institute for Social Sciences, Centar for Demographic Research, Serbian Demographic Society, Population and Households in Serbia According to Census from 2002, 2006.
- [7] Report on the air quality, Institute for public health, Zrenjanin, 2005 (in Serbian).
- [8] Report on the air quality, AD “Bio-ecological center”, Zrenjanin, 2006 (in Serbian).
- [9] Report on the air quality, AD “Bio-ecological center”, Zrenjanin, 2007 (in Serbian).
- [10] G. Grivas, A. Chaloulakou, C. Samara, N. Spyrellis, Spatial and temporal variation of  $PM_{10}$  mass concentrations within the greater area of Athens, Greece, Water, Air Soil Poll. **158** (2004) 357–371.
- [11] Hungarian Air Quality Network: <http://www.kvvm.hu/olm/index.php> (04.06.2009).
- [12] Prague Environment, Yearbook Report on State of the Environment, Prague City Hall, 2004.
- [13] M. R. Heal, L. R. Hibbs, R. M. Agius, I. J. Beverland, Interpretation of variations in fine, coarse and black smoke particulate matter concentrations in northern European city, Atmospheric Environment **39** (2005), 3711–3718.
- [14] V. Nejgebauer, Pedological map of Vojvodina, scale 1:50000, 1971.

**SUMMARY****ANALYSIS OF CONCENTRATION LEVELS OF PARTICULATE MATTER (PM<sub>10</sub>, TOTAL SUSPENDED PARTICULATES AND BLACK SMOKE) IN THE CITY OF ZRENJANIN**Bogdana B. Vujić<sup>1</sup>, Dušan B. Milovanović<sup>2</sup>, Dejan M. Ubavin<sup>2</sup><sup>1</sup>Provincial Secretariat for Environmental Protection and Sustainable Development, Novi Sad, Serbia<sup>2</sup>University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

(Professional paper)

Air quality monitoring on the territory of AP Vojvodina was initiated in mid 90s. During the last decade of the 20th century the development of the air quality monitoring in Serbia didn't keep up with the pace of the other countries in the region due to political isolation and severe economic crisis. Monitoring of the particular pollutants was conducted unsystematically and sporadically. Data presented in this paper were obtained on the territory of the city of Zrenjanin, which represents typical agglomeration in the region in regard to its geographical location, population, level of industry development and the presence of natural gas as energy product in the remote and domestic heating system of residential objects. The available data on the concentration levels of PM<sub>10</sub> (particulate matter with aerodynamic diameter less than 10 μm), TSP (total suspended particulates) and BS (black smoke) during the period of 2005–2007 (three cold and three warm seasons) have been used in this work in order to carry out analysis and comparison of the daily concentration levels of PM<sub>10</sub>, TSP and BS and their seasonal variations.

Ključne reči: PM<sub>10</sub> • Čađ • Ukupne suspendovane česticeKey words: PM<sub>10</sub> • Black Smoke • Total suspended particulate